

ADAPTIVE ENCODING METHOD USING SPATIOTEMPORAL BLOCK CODING AND TRANSMITTER

Publication number: JP2003249914 (A)

Publication date: 2003-09-05

Inventor(s): ARAIDA OSAMU; SUZUKI TOSHINORI; TAKEUCHI YOSHIO +

Applicant(s): KDDI CORP +

Classification:

- international: H03M13/35; H04B7/02; H04B7/06; H04J99/00; H04L1/00; H04L1/06; H04L1/22; H03M13/00; H04B7/02; H04B7/04; H04J99/00; H04L1/00; H04L1/02; H04L1/22; (IPC1-7): H03M13/35; H04B7/02; H04B7/06; H04J15/00; H04L1/00; H04L1/22

- European: H04L1/00A1M; H04L1/00A5; H04L1/06T3; H04L1/06T7B

Application number: JP20020049470 20020226

Priority number(s): JP20020049470 20020226

Also published as:

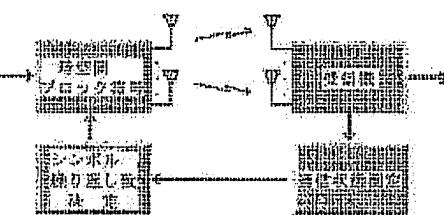
JP4078848 (B2)

US2003161412 (A1)

US7136427 (B2)

Abstract of JP 2003249914 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an adaptive encoding method for optimizing throughput under a mobile communication environment in which line communication quality varies and a transmitter about a spatiotemporal block coding with an encoding ratio fixed. ; **SOLUTION:** This spatiotemporal block coding method has a conversion step for using a symbol repeating matrix to convert signals $x<SB>1</SB>$ to $x<SB>n</SB>$ to be respectively transmitted from two or more antennas into a signal to be transmitted by each of the antennas at each transmission repeating timing about a transmission side, and a transmission step for transmitting the converted signal from each of the antennas at each transmission repeating timing. In the conversion step, the number of the transmission repeating timing by the symbol repeating matrix is adaptively changed on the basis of line communication quality information. ; **COPYRIGHT:** (C)2003,JPO



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-249914

(P2003-249914A)

(43)公開日 平成15年9月5日(2003.9.5)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマード(参考)
H 04 J 15/00		H 04 J 15/00	5 J 0 6 5
H 03 M 13/35		H 03 M 13/35	5 K 0 1 4
H 04 B 7/02		H 04 B 7/02	Z 5 K 0 2 2
7/06		7/06	5 K 0 5 9
H 04 L 1/00		H 04 L 1/00	E
	審査請求 未請求 請求項の数 8	OL (全 8 頁)	最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-49470(P2002-49470)

(22)出願日 平成14年2月26日(2002.2.26)

(71)出願人 000208891

KDDI株式会社

東京都新宿区西新宿二丁目3番2号

(72)発明者 新井田 純

埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号 株式
会社ケイディーディーアイ研究所内

(72)発明者 鈴木 利則

埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号 株式
会社ケイディーディーアイ研究所内

(74)代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

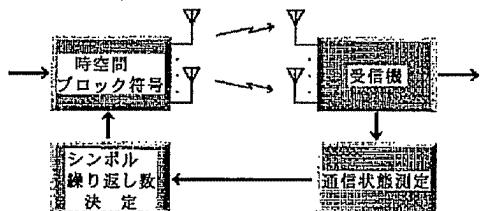
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 時空間プロック符号を用いた適応符号化方法及び送信装置

(57)【要約】

【課題】 符号化率が固定されている時空間プロック符号について、回線の通信品質が変動する移動通信環境下においてスループットを最適化する適応符号化方法及び送信装置を提供する。

【解決手段】 送信側について、2以上のアンテナから各々送信すべき信号 $x_1 \sim x_n$ を、シンボル繰り返し行列を用いて、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき信号に変換する変換段階と、変換された信号を各アンテナから各送信繰り返しタイミングで送信する送信段階とを有する時空間プロック符号方法にあって、変換段階が、回線の通信品質情報に基づいて、シンボル繰り返し行列による前記送信繰り返しタイミングの数を、適応的に変化させることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】送信側について、2以上のアンテナから各々送信すべき変調シンボル $x_1 \sim x_n$ を、シンボル繰り返し行列を用いて、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき信号に変換する変換段階と、変換された信号を各アンテナから各送信繰り返しタイミングで送信する送信段階とを有する時空間ブロック符号方法について、

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \\ x_1^* & x_2^* & x_3^* & x_4^* \\ -x_2^* & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \\ -x_3^* & x_4^* & x_1^* & -x_2^* \\ -x_4^* & -x_3^* & x_2^* & x_1^* \end{pmatrix}$$

を用いて（列方向は各アンテナであり、行方向は送信繰り返しタイミングであり、*は複素共役である）、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき複数の信号に変換するものである時空間ブロック符号方法について、

前記変換段階が、回線の通信品質情報に基づいて、

【数2】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \\ x_1^* & x_2^* & x_3^* & x_4^* \\ -x_2^* & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \\ -x_3^* & x_4^* & x_1^* & -x_2^* \\ -x_4^* & -x_3^* & x_2^* & x_1^* \end{pmatrix}$$

【数3】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix}$$

又は

【数4】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \end{pmatrix}$$

のシンボル繰り返し行列に、適応的に変化させることを特徴とする請求項1に記載の時空間ブロック符号を用い

前記変換段階が、回線の通信品質情報に基づいて、前記シンボル繰り返し行列による前記送信繰り返しタイミングの数を、適応的に変化させることを特徴とする、時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

【請求項2】前記変換段階が、送信側について、4本のアンテナから各々送信すべき信号 $x_1 \sim x_4$ を、シンボル繰り返し行列

【数1】

た適応符号化方法。

20 【請求項3】送信側について、駆動させる前記アンテナの数を、回線の通信品質情報に基づいて、適応的に変化させる段階を更に有することを特徴とする請求項1又は2に記載の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

【請求項4】送信側について、前記送信すべき変調シンボルの変調方法を変化させる変調段階を、前記変換段階の前段階に有することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

30 【請求項5】前記通信品質情報は、受信側で測定された通信品質情報を受信したものであることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項に記載の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

【請求項6】前記通信品質情報は、送信側で測定された通信品質情報であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項に記載の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

【請求項7】送信側において、各アンテナで送信すべき変調シンボルをアンテナ間でインターリープするターボ符号段階を有し、

40 受信側において、受信した信号を送信で使用したもの逆の動作をするデインターリープする段階を有することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法。

【請求項8】2以上のアンテナから各々送信すべき変調シンボル $x_1 \sim x_n$ を、シンボル繰り返し行列を用いて、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき信号に変換する変換手段と、変換された信号を各アンテナから各送信繰り返しタイミングで送信する送信手段

50 を有する時空間ブロック符号の送信装置にあって、

前記変換手段が、回線の通信品質情報に基づいて、前記シンボル繰り返し行列による前記送信信号を適応的に変化させることを特徴とする、時空間ブロック符号を用いて適応符号化した送信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動通信システムにおいて、伝搬路状態に応じて符号化方法を変化させる適応符号化方法及び送信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】無線通信において、複数の送受信アンテナを使用して通信を行うMIMO(Multi-Input/Multi-Output)技術が注目されている。複数の送信アンテナを用いて、同じ周波数帯域内に異なる信号を同時に送信する時空間符号化は、空間ダイバーシティと時間ダイバーシティとの両方の効果を利用することにより、フェージングによる特性の劣化を抑えることが可能である。ここで、送信シンボルを線形変換した信号を繰り返し送信する時空間ブロック符号が考案されており、フェージング環境下で良好な特性を示している(参考文献: Vahid Tarokh et al., "Space-Time Block Coding for Wireless Communications : Performance Results", IEEEJ. SAC, March 1999)。

【0003】図1は、従来の時空間ブロック符号方法による送信装置の構成図である。

【0004】図1によれば、送信すべき情報ビット列をPSK(Phase Shift Keying)/QAM(Quadrature Amplitude Modulation)変調装置へ通知し、マッピングを行う。その後、時空間ブロック符号化を行い、各アンテナから送信する。このとき、時空間ブロック符号の符号化は行列によって表現される。その一例を、以下の式(1)に表す。

【0005】

$$\sum_{j=1}^m \left(|d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 s_1 - \alpha_{2,j}^1 s_2|^2 + |d_j^2 + \alpha_{1,j}^2 s_2 - \alpha_{2,j}^2 s_1|^2 \right) \quad \text{式(1)}$$

【0011】例えば、4本のアンテナを使用する時空間ブロック符号方法は、以下の式(4)の行列によって表される。この場合、シンボル繰り返し回数は、8回である。

【0012】

【数8】

【数5】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 \\ -x_2 & x_1 \end{pmatrix} \quad \text{式(1)}$$

【0006】式(1)の行列は、2本のアンテナを用いて、シンボル繰り返し回数を2回として送信するものである。 x_1 及び x_2 は、PSK/QAM変調器からの出力シンボルであり、複素数により表現される。行列の列方向が送信するアンテナを示し、その行方向が送信するタイミングを示す。式(1)では、まず1本目のアンテナから x_1 が送信され、同時に2本目のアンテナから x_2 が送信される。その次のタイミングで、1本目のアンテナから $-x_2^*$ が送信され、同時に2本目のアンテナから x_1^* が送信される。尚、*は、複素共役を表す。

【0007】送信された信号がフェージング通信路を経て受信機に到達したときの受信信号が、以下の式(2)に表されている。

【0008】

【数6】

$$d_j^t = \sum_{i=1}^n \alpha_{i,j}^t c_i^t + \eta_j^t \quad \text{式(2)}$$

【0009】ここで、 c_i^t は、送信アンテナ*i*から時間*t*に送信された変調シンボルであり、 d_j^t は時間*t*におけるアンテナ*j*での受信信号である。これらは、式(1)における x_1 及び x_2 に相当する。 $\alpha_{i,j}^t$ は、時間*t*における送信アンテナ*i*から受信アンテナ*j*への伝播路のフェージング状態を示す。 η_j^t は、時間*t*におけるアンテナ*j*の受信機熱雑音である。このような伝搬環境が想定された場合、受信信号に対して、以下の式(3)を最小にするような、 S_1 及び S_2 が送信された信号であると推定される。

【0010】

【数7】

$$\sum_{j=1}^m \left(|d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 s_1 - \alpha_{2,j}^1 s_2|^2 + |d_j^2 + \alpha_{1,j}^2 s_2 - \alpha_{2,j}^2 s_1|^2 \right) \quad \text{式(3)}$$

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix} \quad \text{式(4)}$$

【0013】

【発明が解決しようとする課題】送信電力制御による通信品質の補償を行わないシステムの場合、移動通信環境下で使用すると、受信装置側での信号対雑音比は常に変

化する。このような場合、伝搬環境に応じて符号化方法を変化させる適応符号化方法が有効となる。ここで、時空間ブロック符号は、周波数利用効率が使用するPSK/QAM変調の周波数利用効率にのみ依存する。このため、従来の時空間ブロック符号では、符号化率が固定されており、伝搬環境が変動する移動通信環境下ではスループットが最適化されない。

【0014】そこで、本発明は、上記の問題を解決し、移動通信システムにおいて、通信品質状態に応じて符号化率を変化させる、時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法及び送信装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の適用対象は、送信側について、2以上のアンテナから各々送信すべき信号 $x_1 \sim x_n$ を、シンボル繰り返し行列を用いて、各アン

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 - x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 - x_2 \\ -x_4 & -x_1 & x_2 & x_1 \\ x_1^* & x_2^* & x_3^* & x_4^* \\ -x_2^* & x_1^* - x_4^* & x_3^* \\ -x_3^* & x_4^* & x_1^* - x_2^* \\ -x_4^* & -x_1^* & x_2^* & x_1^* \end{pmatrix}$$

を用いて（列方向は各アンテナであり、行方向は送信繰り返しタイミングであり、*は複素共役である）、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき複数の信号に変換するものである。

【0018】これに対し、本発明の時空間ブロック符号 30 を用いた適応符号化方法によれば、変換段階が、回線の通信品質情報に基づいて、

【数10】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \\ -x_3 & x_4^* & x_1 & -x_2 \\ -x_4^* & -x_3^* & x_2^* & x_1^* \\ x_1^* & x_2^* & x_3^* & x_4^* \\ -x_2^* & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3^* & x_4 & x_1^* & -x_2^* \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix}$$

【数11】

テナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき信号に変換する変換段階と、変換された信号を各アンテナから各送信繰り返しタイミングで送信する送信段階とを有する時空間ブロック符号方法である。

【0016】これに対し、本発明の時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法によれば、変換段階が、回線の通信品質情報に基づいて、シンボル繰り返し行列による送信繰り返しタイミングの数を、適応的に変化させることを特徴とする。

10 【0017】より具体的には、本発明の適用対象は、時空間ブロック符号方法の変換段階は、送信側について、4本のアンテナから各々送信すべき信号 $x_1 \sim x_4$ を、シンボル繰り返し行列

【数9】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \\ -x_3 & x_4^* & x_1 & -x_2 \\ -x_4^* & -x_3^* & x_2^* & x_1^* \end{pmatrix}$$

又は

【数12】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1^* & -x_4^* & x_3^* \end{pmatrix}$$

のシンボル繰り返し行列に、適応的に変化させることを特徴とする。

【0019】本発明の他の実施形態によれば、送信側について、駆動させるアンテナの数を、回線の通信品質情報に基づいて、適応的に変化させる段階を更に有することも好ましい。

【0020】本発明の他の実施形態によれば、送信側について、送信すべき信号の変調方法を変化させる変調段階を、変換段階の前段階に有することも好ましい。

【0021】本発明の他の実施形態によれば、通信品質情報は、受信側で測定された通信品質情報を受信したものであることも好ましい。

【0022】本発明の他の実施形態によれば、通信品質情報は、送信側で測定された通信品質情報であることも

好ましい。

【0023】本発明の他の実施形態によれば、送信側において、各アンテナで送信すべき信号をアンテナ間でインターリープするターボ符号段階を有し、受信側において、受信した信号を送信で使用したものとの逆の動作をするデインターリープする段階を有することも好ましい。

【0024】また、本発明の適用対象は、2以上のアンテナから各々送信すべき変調シンボル $x_1 \sim x_n$ を、シンボル繰り返し行列を用いて、各アンテナが各送信繰り返しタイミングで送信すべき信号に変換する変換手段と、変換された信号を各アンテナから各送信繰り返しタイミングで送信する送信手段とを有する時空間ブロック符号の送信装置にあってもよい。

【0025】これに対し、本発明の時空間ブロック符号を用いて適応符号化した送信装置によれば、変換手段が、回線の通信品質情報に基づいて、シンボル繰り返し行列による送信繰り返しタイミングの数を、適応的に変化させることを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下では、図面を用いて、本発明の実施形態を詳細に説明する。

【0027】本発明の適応符号化方法は、基本的に、時空間ブロック符号のシンボル繰り返し回数を変化させることにより、通信品質に応じた符号化率を提供しようとするものである。従来の時空間ブロック符号方法である前述の式(4)によれば、4つのPSK/QAM変調シンボルを同時に送信するため、その周波数利用効率は、使用するPSK/QAM変調シンボルの周波数利用効率の半分となる。これに対し、本発明は、シンボル繰り返し回数を減少させることにより、周波数利用効率を増加させようとするものである。

【0028】但し、このようにシンボル繰り返し回数を減少させることにより、誤り率特性が劣化することは自明のことである。従って、信号対雑音比の小さな劣悪な通信品質環境下においては、シンボル繰り返し回数を多くし、必要とされる誤り率を満たす通信状態を提供する。一方で、信号対雑音比の良好な通信品質環境下においては、シンボル繰り返し回数を減らし、伝送速度を高める。

【0029】更に、各シンボルの変調度を適応的に変化させることによって、より細かく通信状態に応じた適応制御も可能である。また、本発明によれば、当然のごとく、アンテナ数が2本又は3本の時空間ブロック符号にも適用可能である。これにより、アンテナ数の異なる時空間ブロック符号を組み合わせた適応符号化を行うことができる。

【0030】図2は、本発明による送信装置及び受信装置の構成図である。

【0031】図2によれば、送信装置について、送信すべき信号を時空間ブロック符号化し、複数のアンテナを

用いて送信する。このとき、そのシンボル繰り返し回数を、伝搬路の信号対雑音比に応じて変化させる。従つて、受信装置は、測定した信号対雑音比の情報を送信装置へ送信し、該送信装置は、その信号対雑音比に基づいて、時空間ブロック符号のシンボル繰り返し回数を制御する。

【0032】尚、送信装置において測定した信号対雑音比に基づいて、シンボル繰り返し回数を制御するものであってもよい。また、時空間ブロック符号化を行う前段で、誤り訂正符号化した送信すべき信号に、PSK/QAM変調を行うものであってもよい。

【0033】例えば、本発明の時空間ブロック符号の送信行列は、式(5)に示すようなものである。この場合、シンボル繰り返し回数を8回から4回、2回、1回と減らすことで、式(6)～(8)に示すような送信行列が与えられる。8回繰り返しの時空間ブロック符号に対して、2倍、4倍及び8倍の周波数利用効率が得られるため、各送信シンボルにQPSK(Quadrature Phase Shift Keying)を使用したとすると、それぞれ1、2、4、

20 8 [b/s/Hz]の周波数利用効率となる。

【0034】

【数13】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \\ x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix} \quad \text{式(5)}$$

30

【数14】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ -x_3 & x_4 & x_1 & -x_2 \\ -x_4 & -x_3 & x_2 & x_1 \end{pmatrix} \quad \text{式(6)}$$

【数15】

$$\begin{pmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \end{pmatrix} \quad \text{式(7)}$$

【数16】

$$(x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4) \quad \text{式(8)}$$

【0035】尚、式(5)～(7)は、勿論、本発明の一例であるが、発明者らのシミュレーション結果により、最適なものとして選択された組み合わせ行列である。

50

【0036】ここで、伝搬環境が、前述した式(2)により与えられるものであると仮定し、受信装置においては、以下に示す式(9)～(12)に従って復号を行う。それぞれ、式(5)に式(9)が対応し、式(6)に式(10)が対応し、式(7)に式(11)が対応し、式(8)に式(12)が対応する。送信装置及び受

$$\sum_{j=1}^n \left(|d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 x_1 - \alpha_{2,j}^1 x_2 - \alpha_{3,j}^1 x_3 - \alpha_{4,j}^1 x_4|^2 + |d_j^2 + \alpha_{1,j}^2 x_1^* - \alpha_{2,j}^2 x_2^* + \alpha_{3,j}^2 x_4^* - \alpha_{4,j}^2 x_3^*|^2 \right. \\ \left. + |d_j^3 + \alpha_{1,j}^3 x_3 - \alpha_{2,j}^3 x_4 - \alpha_{3,j}^3 x_1 + \alpha_{4,j}^3 x_2|^2 + |d_j^4 + \alpha_{1,j}^4 x_4^* + \alpha_{2,j}^4 x_3^* - \alpha_{3,j}^4 x_2^* - \alpha_{4,j}^4 x_1^*|^2 \right. \\ \left. + |d_j^5 - \alpha_{1,j}^5 x_1 - \alpha_{2,j}^5 x_2 - \alpha_{3,j}^5 x_3 - \alpha_{4,j}^5 x_4|^2 + |d_j^6 + \alpha_{1,j}^6 x_2 - \alpha_{2,j}^6 x_1 + \alpha_{3,j}^6 x_4 - \alpha_{4,j}^6 x_3|^2 \right. \\ \left. + |d_j^7 + \alpha_{1,j}^7 x_3^* - \alpha_{2,j}^7 x_4^* - \alpha_{3,j}^7 x_1^* + \alpha_{4,j}^7 x_2^*|^2 + |d_j^8 + \alpha_{1,j}^8 x_4 - \alpha_{2,j}^8 x_3 - \alpha_{3,j}^8 x_2 - \alpha_{4,j}^8 x_1|^2 \right) \quad \text{式(9)}$$

【数18】

$$\sum_{j=1}^n \left(|d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 x_1 - \alpha_{2,j}^1 x_2 - \alpha_{3,j}^1 x_3 - \alpha_{4,j}^1 x_4|^2 + |d_j^2 + \alpha_{1,j}^2 x_1^* - \alpha_{2,j}^2 x_2^* + \alpha_{3,j}^2 x_4^* - \alpha_{4,j}^2 x_3^*|^2 \right. \\ \left. + |d_j^3 + \alpha_{1,j}^3 x_3 - \alpha_{2,j}^3 x_4 - \alpha_{3,j}^3 x_1 + \alpha_{4,j}^3 x_2|^2 + |d_j^4 + \alpha_{1,j}^4 x_4^* + \alpha_{2,j}^4 x_3^* - \alpha_{3,j}^4 x_2^* - \alpha_{4,j}^4 x_1^*|^2 \right) \quad \text{式(10)}$$

【数19】

$$\sum_{j=1}^n \left(|d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 x_1 - \alpha_{2,j}^1 x_2 - \alpha_{3,j}^1 x_3 - \alpha_{4,j}^1 x_4|^2 + |d_j^2 + \alpha_{1,j}^2 x_1^* - \alpha_{2,j}^2 x_2^* + \alpha_{3,j}^2 x_4^* - \alpha_{4,j}^2 x_3^*|^2 \right) \quad \text{式(11)}$$

【数20】

$$\sum_{j=1}^n |d_j^1 - \alpha_{1,j}^1 x_1 - \alpha_{2,j}^1 x_2 - \alpha_{3,j}^1 x_3 - \alpha_{4,j}^1 x_4|^2 \quad \text{式(12)}$$

【0038】図3は、本発明の適応符号化方法について、繰り返し回数による誤り率特性を示すグラフである。図3によれば、所要ビット誤り率から要求される信号対雑音比を求め、それらを閾値として送信に使うシンボル繰り返し回数を決定する。ここで、送信回数を変化させる前に、受信装置側へ送信回数を伝えることが必要となる。

【0039】

$\text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH1}}$: シンボル繰り返し回数を8回とする
 $\text{SNR}_{\text{TH1}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH2}}$: シンボル繰り返し回数を4回とする

$\text{SNR}_{\text{TH2}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH3}}$: シンボル繰り返し回数を2回とする

$\text{SNR}_{\text{TH3}} \leq \text{SNR}$: シンボル繰り返し回数を1回とする

【0040】更に、前述の実施形態に加えて、送信アンテナ数の異なる時空間ブロック符号を用いて行う適応符号化を考える。

【0041】前述の式(1)に示した2本の送信アンテナの時空間ブロック符号と、そのシンボル繰り返し回数を1回に減らした送信行列と、式(5)～(8)にて示される適応符号化方法とを用いて、適応符号化を行う。各アンテナにおける送信電力が一定であるとすると、送信電力が4本の場合に対して、送信アンテナが2本の場合は、総送信電力が半分となる。これにより、送信機の消費電力および他局への干渉を半分にすることができ

信装置の間に伝搬損失がある場合には、フェージング変動に含めて計算を行う。また、式(9)については、従来の時空間ブロック符号化の復調を用いて、計算量を減らすことも可能である。

【0037】

【数17】

る。

【0042】各符号化方法の周波数利用効率は、変調方法にQPSKを使用した場合、以下のように与えられる。

4本送信アンテナ 8回シンボル繰り返し 1 [b/s/Hz]

4本送信アンテナ 4回シンボル繰り返し 2 [b/s/Hz]

4本送信アンテナ 2回シンボル繰り返し 4 [b/s/Hz]

4本送信アンテナ 1回シンボル繰り返し 8 [b/s/Hz]

2本送信アンテナ 2回シンボル繰り返し 2 [b/s/Hz]

30 2本送信アンテナ 1回シンボル繰り返し 4 [b/s/Hz]

【0043】図4は、本発明によりアンテナ数を変化させた場合の、繰り返し回数による誤り率特性を示すグラフである。

【0044】図4中における括弧内の数字(M,N)は、送信アンテナ数とシンボル繰り返し回数を示している。

$\text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH1}}$: アンテナ数を4本、シンボル繰り返し回数を8回とする

$\text{SNR}_{\text{TH1}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH2}}$: アンテナ数を4本、シンボル繰り返し回数を4回とする

40 $\text{SNR}_{\text{TH2}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH3}}$: アンテナ数を2本、シンボル繰り返し回数を2回とする

$\text{SNR}_{\text{TH3}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH4}}$: アンテナ数を4本、シンボル繰り返し回数を2回とする

$\text{SNR}_{\text{TH4}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH5}}$: アンテナ数を2本、シンボル繰り返し回数を1回とする

$\text{SNR}_{\text{TH5}} \leq \text{SNR}$: アンテナ数を4本、シンボル繰り返し回数を1回とする

【0045】図4によれば、送信アンテナ数が4本でシンボル繰り返し回数が4回と、送信アンテナ数が2本で50 シンボル繰り返し回数が2回の場合など、同じ周波数利

用効率を示す符号化が存在する。この場合、送信アンテナ数を2本とすることで送信電力が半分になり消費電力や他局への干渉が半分にできるため、受信側で高い信号対雑音比が得られている場合にはアンテナ数を減らすことが有効である。また、各アンテナの信号対雑音比が送信側で分かる場合には、4本のアンテナのうち最も良い伝搬環境を持つ2本のアンテナを選んで送信することも可能である。

【0046】更に、前述の実施形態に加えて、各送信シンボルの変調度を変化させることも好ましい。例えば、通信環境の劣悪な場合、繰り返し回数を8回とし、BPSK又はQPSKなどの変調度の低い信号を使用することで必要な信号対雑音比を達成する。通信環境が改善してきた場合には、より多値な変調を使用することで送信レートを増加させ、更に送信環境が良好な場合においてはシンボル繰り返し回数を減らしていくことで送信レートを上げることが可能になる。

【0047】 $\text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH1}}$: シンボル繰り返し回数を8回とし、BPSKで送信

$\text{SNR}_{\text{TH1}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH2}}$: シンボル繰り返し回数を8回とし、QPSKで送信

$\text{SNR}_{\text{TH2}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH3}}$: シンボル繰り返し回数を8回とし、8PSKで送信

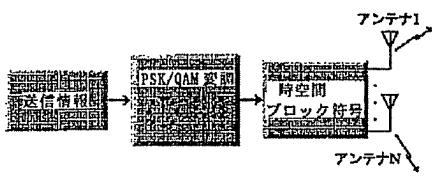
$\text{SNR}_{\text{TH3}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH4}}$: シンボル繰り返し回数を8回とし、16QAMで送信

$\text{SNR}_{\text{TH4}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH5}}$: シンボル繰り返し回数を4回とし、16QAMで送信

$\text{SNR}_{\text{TH5}} \leq \text{SNR} < \text{SNR}_{\text{TH6}}$: シンボル繰り返し回数を2回とし、16QAMで送信

$\text{SNR}_{\text{TH6}} \leq \text{SNR}$: シンボル繰り返し回数を1回とし、16QAMで送信

【図1】



【0048】前述した本発明による時空間ブロック符号を用いた適応符号化方法及び送信装置の種々の実施形態によれば、本発明の技術思想及び見地の範囲の種々の変更、修正及び省略は、当業者によれば容易に行うことができる。前述の説明はあくまで例であって、何ら制約しようとするものではない。本発明は、特許請求の範囲及びその均等物として限定するものにのみ制約される。

【0049】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、劣悪な通信品質環境下においては、シンボル繰り返し回数を多くし、必要とされる誤り率を満たすべく動作し、良好な通信品質環境下においては、シンボル繰り返し回数を減らし、周波数利用効率を高めることができる。

【0050】また、本発明によれば、各シンボルの変調度を適応的に変化させることによって、より細かく通信状態に応じた適応制御も可能である。

【0051】更に、本発明によれば、アンテナ数の異なる時空間ブロック符号を組み合わせた適応符号化を行うことができる、同じ周波数利用効率を達成しながら送信電力及び他局への干渉を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

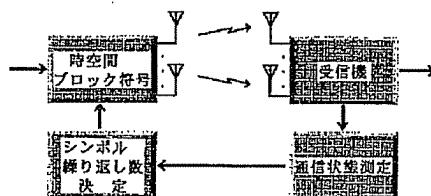
【図1】従来の時空間ブロック符号方法による送信装置の構成図である。

【図2】本発明による送信装置及び受信装置の構成図である。

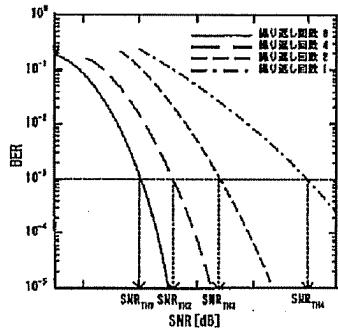
【図3】本発明の適応符号化方法について、シンボル繰り返し回数による誤り率特性を示すグラフである。

【図4】本発明によりアンテナ数を変化させた場合の、シングル繰り返し回数による誤り率特性を示すグラフである。

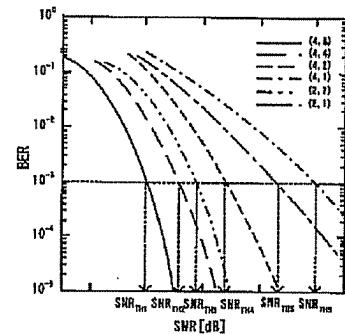
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 4 L 1/22

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 4 L 1/22

(72) 発明者 武内 良男

埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号 株式
会社ケイディーディーアイ研究所内

F ターム(参考) 5J065 AA01 AB05 AC02 AE06 AF02

AH04

5K014 AA01 CA03 FA11 GA01 HA07

5K022 FF00

5K059 CC02 CC07 EE02